

29.11.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 2 月    2 日  
Date of Application:

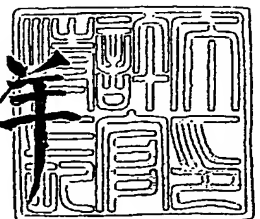
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 4 0 3 0 7 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 4 0 3 0 7 8 ]

出      願      人            トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年    1 月    6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 9 8 9 3

【書類名】 特許願  
【整理番号】 031107JP  
【提出日】 平成15年12月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02D 41/14  
F02N 3/20  
F02N 3/24

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 中川 徳久

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 秋吉 明日香

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100099645  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 山本 晃司  
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】  
【識別番号】 100104765  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 江上 達夫  
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】  
【識別番号】 100107331  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 中村 聡延  
【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 131913  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

排気通路に配置される第一の排気浄化触媒と、前記第一の排気浄化触媒の下流に配置される第二の排気浄化触媒と、前記第一の排気浄化触媒の上流に配置されて排気の空燃比を取得する第一の空燃比取得手段と、前記第二の排気浄化触媒へ流入する排気の空燃比を取得する第二の空燃比取得手段と、前記第一の空燃比取得手段が取得した空燃比と前記第二の空燃比取得手段が取得した空燃比とに応じて前記内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御手段と、を備え

前記空燃比制御手段は、前記内燃機関の燃料増量運転の終了後に前記第二の排気浄化触媒がリーン状態となるまで前記内燃機関の空燃比を制御するリーン制御手段と、前記燃料増量運転と前記リーン制御手段による空燃比制御との間にて前記第一の排気浄化触媒がリーン状態となり、かつ前記第二の排気浄化触媒がリーン状態となるには不十分な範囲で前記内燃機関の空燃比をリーン側に変化させる制御を少なくとも一回実行する中間リーン制御手段と、を備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

**【請求項 2】**

前記空燃比制御手段は、前記内燃機関のアイドル運転時に前記リーン制御手段による空燃比制御を実行することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

**【請求項 3】**

前記空燃比制御手段は、前記内燃機関が部分負荷域で略定常運転している場合に前記中間リーン制御手段による空燃比制御を実行することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

**【請求項 4】**

前記中間リーン制御手段は、前記リーン制御手段よりも前記内燃機関の空燃比を小さくリーン側に変化させることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

**【請求項 5】**

前記空燃比制御手段は、前記第一の排気浄化触媒の温度又は前記第二の排気浄化触媒の温度が触媒の劣化を促進させる所定温度よりも高温であると判断した場合に、前記リーン制御手段及び前記中間リーン制御手段による空燃比制御を実行しないことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

**【請求項 6】**

前記空燃比制御手段が、前記リーン制御手段による空燃比制御後、前記第一の排気浄化触媒と前記第二の排気浄化触媒とがリッチ状態になるには不十分な範囲で前記内燃機関の空燃比をリッチ側に変化させる制御を実行するリッチ制御手段を備えたことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

**【請求項 7】**

前記内燃機関の空燃比に関するフィードバック学習を制御する学習制御手段と、前記第二の空燃比取得手段の取得した空燃比に基づいて前記内燃機関の空燃比が目標空燃比になるように前記内燃機関に供給される燃料量をフィードバック補正する補正手段と、を備え

前記空燃比制御手段は、前記リーン制御手段と前記中間リーン制御手段とによる空燃比制御時に前記学習制御手段と前記補正手段との動作を禁止させることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

**【請求項 8】**

前記内燃機関の空燃比がリーンで且つ前記第二の空燃比取得手段が取得した空燃比がリーンであると判断した場合と前記内燃機関の空燃比がリッチで且つ前記第二の空燃比取得手段が取得した空燃比がリッチであると判断した場合とに前記内燃機関の空燃比に基づいて算出された排気中の酸素過不足量を積算することで前記第二の排気浄化触媒に吸蔵されている酸素量を取得する酸素量取得手段を備え、

前記空燃比制御手段は、前記酸素量取得手段が取得した酸素量に基づいて前記第二の排

気浄化触媒がリーン状態であるか否かを判断することを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 9】

前記酸素量取得手段は、前記第二の排気浄化触媒の劣化状態及び前記第二の排気浄化触媒の温度に応じて前記第二の排気浄化触媒の最大酸素吸蔵量を変更することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関の空燃比制御装置

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、排気通路に排気浄化触媒を備えた内燃機関の空燃比制御装置に関する。

## 【背景技術】

【0002】

内燃機関の燃料増量時で且つ触媒コンバータの下流側に設けられた酸素濃度センサの出力がリッチを示した場合に所定の時間空燃比をリーン側に制御し、その後理論空燃比への制御に復帰させる内燃機関の空燃比制御装置が知られている（特許文献1参照）。その他、本発明に関連する先行技術文献として特許文献2～5が存在する。

【特許文献1】特開昭63-117139号公報

【特許文献2】特開平6-307271号公報

【特許文献3】特開昭63-134835号公報

【特許文献4】特開昭59-173533号公報

【特許文献5】特開2003-148202号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0003】

排気ガス規制の強化に対応するため、車両などに搭載する排気浄化システムの触媒容量が大型化している。そのため、従来の空燃比制御では、内燃機関の燃料増量運転後、車両の減速、停止までに排気浄化触媒へ吸蔵される酸素量が少なく、触媒排気臭（具体的には硫化水素（ $H_2S$ ））の発生が抑制できない可能性がある。内燃機関の減速、停止までに触媒へ触媒排気臭の発生が抑制可能な酸素を吸蔵させるためには、例えば燃料をカットして空燃比をリーン側に大きく変化させる又は内燃機関をリーンな空燃比で長時間運転する等の方法があるが、空燃比をリーン側に大きく変化させた場合は内燃機関の失火が、長時間の空燃比リーン運転では $NO_x$ 発生量の増加による排気エミッションの悪化が問題になる。また、触媒の劣化は、高温で酸素が過剰に存在する雰囲気において促進される。

【0004】

そこで、本発明は、内燃機関の運転状態や排気エミッションを悪化させることなく、内燃機関の減速、停止までに触媒排気臭の発生を防止するのに必要な酸素を確実に排気浄化触媒へ吸蔵させることができる内燃機関の空燃比制御装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置は、排気通路に配置される第一の排気浄化触媒と、前記第一の排気浄化触媒の下流に配置される第二の排気浄化触媒と、前記第一の排気浄化触媒の上流に配置されて排気空燃比を取得する第一の空燃比取得手段と、前記第二の排気浄化触媒へ流入する排気空燃比を取得する第二の空燃比取得手段と、前記第一の空燃比取得手段が取得した空燃比と前記第二の空燃比取得手段が取得した空燃比とに応じて前記内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御手段と、を備え、前記空燃比制御手段は、前記内燃機関の燃料増量運転の終了後に前記第二の排気浄化触媒がリーン状態となるまで前記内燃機関の空燃比を制御するリーン制御手段と、前記燃料増量運転と前記リーン制御手段による空燃比制御との間にて前記第一の排気浄化触媒がリーン状態となり、かつ前記第二の排気浄化触媒がリーン状態となるには不十分な範囲で前記内燃機関の空燃比をリーン側に变化させる制御を少なくとも一回実行する中間リーン制御手段と、を備えたことにより、上述した課題を解決する（請求項1）。

【0006】

本発明の空燃比制御装置によれば、内燃機関の燃料増量運転後、中間リーン制御手段の空燃比制御により第一の排気浄化触媒をリーン状態（触媒に酸素が十分に吸蔵されて触媒雰囲気リーンになる状態。）にさせるので、リーン制御手段による空燃比制御ではほぼ

第二の排気浄化触媒のみをリーン状態にすればよい。そのため、リーン制御手段の空燃比制御によって確実に第一及び第二の排気浄化触媒をリーン状態にさせることができる。また、中間リーン制御手段による空燃比制御では第一の排気浄化触媒がリーン状態となり、かつ第二の排気浄化触媒がリーン状態となるには不十分な範囲で空燃比をリーン側に変化させるので、内燃機関の運転状態や排気エミッションの悪化を抑制することができる。

【0007】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置において、前記空燃比制御手段は、前記内燃機関のアイドル運転時に前記リーン制御手段による空燃比制御を実行してもよい（請求項2）。アイドル運転時は吸気量が減少するので、内燃機関から排出される排気の量も減少する。そのため、この時期に空燃比をリーンに制御することで、排気エミッションの悪化を抑制することができる。

【0008】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置において、前記空燃比制御手段は、前記内燃機関が部分負荷域で略定常運転している場合に前記中間リーン制御手段による空燃比制御を実行してもよい（請求項3）。内燃機関の全負荷運転時や非定常運転時に内燃機関の空燃比をリーンに制御すると、内燃機関の運転状態を不安定にし、ドライバビリティを悪化させる。そこで、内燃機関が部分負荷域で略定常運転されている場合に空燃比制御することで、内燃機関の運転状態の悪化を抑制することができる。

【0009】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置において、前記中間リーン制御手段は、前記リーン制御手段よりも前記内燃機関の空燃比を小さくリーン側に変化させてもよい（請求項4）。このように空燃比を変化させることで、中間リーン制御手段によって、第一の排気浄化触媒がリーン状態となり、かつ第二の排気浄化触媒がリーン状態となるには不十分な範囲に空燃比を変化させることができる。

【0010】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置において、前記空燃比制御手段は、前記第一の排気浄化触媒の温度又は前記第二の排気浄化触媒の温度が触媒の劣化を促進させる所定温度よりも高温であると判断した場合に、前記リーン制御手段及び前記中間リーン制御手段による空燃比制御を実行しなくてもよい（請求項5）。排気浄化触媒は、高温で酸素が過剰な状態ほど劣化が促進される。そこで、第一の排気浄化触媒又は第二の排気浄化触媒の温度が触媒の劣化を促進させる所定温度（例えば800℃）よりも高温の場合は、前記リーン制御手段及び前記中間リーン制御手段による空燃比制御を実行しないことにより触媒の劣化を抑制することができる。

【0011】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置は、前記空燃比制御手段が、前記リーン制御手段による空燃比制御後、前記第一の排気浄化触媒と前記第二の排気浄化触媒とがリッチ状態になるには不十分な範囲で前記内燃機関の空燃比をリッチ側に変化させる制御を実行するリッチ制御手段を備えていてもよい（請求項6）。排気浄化触媒は、排気中に含まれるNO<sub>x</sub>等の酸化成分を還元し、その結果生じた酸素を吸蔵することによってNO<sub>x</sub>等の酸化成分を浄化している。そのため、第一及び第二の排気浄化触媒が両方ともリーン状態である場合、酸素が吸蔵されないためNO<sub>x</sub>等の酸化成分を浄化することができない。そこで、リッチ手段により、前記第一の排気浄化触媒と前記第二の排気浄化触媒とがリッチ状態（触媒に吸蔵されている酸素がなくなり触媒雰囲気のリッチになる状態。）になるには不十分な範囲で前記内燃機関の空燃比をリッチ側に変化させることで、排気浄化触媒に吸蔵されている酸素を一部放出させる。このように、排気浄化触媒を酸素が吸蔵できる状態にすることで、排気エミッションの悪化を抑制することができる。

【0012】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置は、前記内燃機関の空燃比に関するフィードバック学習を制御する学習制御手段と、前記第二の空燃比取得手段の取得した空燃比に基づいて前記内燃機関の空燃比が目標空燃比になるように前記内燃機関に供給される燃料量をフィ

ードバック補正する補正手段と、を備え、前記空燃比制御手段は、前記リーン制御手段と前記中間リーン制御手段とによる空燃比制御時に前記学習制御手段と前記補正手段との動作を禁止させてもよい（請求項7）。内燃機関の空燃比に関するフィードバック学習としては、例えば目標としている空燃比と検出した排気空燃比とのずれに基づいて内燃機関に供給している燃料量を修正する学習等がある。空燃比制御時にこのような学習をさせると、誤った修正を学習してしまう。そこで学習制御手段の動作を禁止することで誤った学習を防止することができる。また、補正手段は第二の空燃比取得手段が取得した空燃比によって内燃機関の空燃比を補正しているので、取得した空燃比によって例えば空燃比制御によって空燃比をリーン側に制御している場合に空燃比をリッチ側にさせるような補正をするおそれがある。そこで、リーン制御手段及び中間リーン制御手段による空燃比制御時には、補正手段の動作を禁止することで、空燃比制御手段により空燃比を適正に制御することができる。

#### 【0013】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置は、前記内燃機関の空燃比がリーンで且つ前記第二の空燃比取得手段が取得した空燃比がリーンであると判断した場合と前記内燃機関の空燃比がリッチで且つ前記第二の空燃比取得手段が取得した空燃比がリッチであると判断した場合とに前記内燃機関の空燃比に基づいて算出された排気中の酸素過不足量を積算することで前記第二の排気浄化触媒に吸蔵されている酸素量を取得する酸素量取得手段を備え、前記空燃比制御手段は、前記酸素量取得手段が取得した酸素量に基づいて前記第二の排気浄化触媒がリーン状態であるか否かを判断してもよい（請求項8）。内燃機関の空燃比がリーンで且つ第二の空燃比取得手段の取得した空燃比がリーンの場合、第一の排気浄化触媒はリーン状態になっていると考えられる。そのため、内燃機関から排出されたリーンな空燃比の排気がそのまま第二の排気浄化触媒へ流入する。この場合、第二の排気浄化触媒は、第二の排気浄化触媒の最大酸素吸蔵量まで、このリーンな空燃比の排気に含まれている酸素を吸蔵する。一方、内燃機関の空燃比がリッチで且つ第二の空燃比取得手段が取得した空燃比がリッチの場合、第一の排気浄化触媒には殆ど酸素が吸蔵されていないと考えられる。そのため、内燃機関から排出されたリッチな空燃比の排気がそのまま第二の排気浄化触媒へ流入する。この場合、第二の排気浄化触媒は、吸蔵している酸素が殆どなくなるまで、吸蔵している酸素を放出して排気空燃比をストイキにさせる。従って、このように内燃機関の空燃比の状態と第二の空燃比取得手段の取得した空燃比の状態とが一致した時に内燃機関の空燃比に基づいて算出する排気中の酸素の過不足量を積算していくことで、第二の排気浄化触媒に吸蔵されている酸素量を取得することができる。この取得した第二の排気浄化触媒の酸素吸蔵量を利用することで、より精度よくリーン状態の判断を行わせることができる。

#### 【0014】

本発明の内燃機関の空燃比制御装置において、前記酸素量取得手段は、前記第二の排気浄化触媒の劣化状態及び前記第二の排気浄化触媒の温度に応じて前記第二の排気浄化触媒の最大酸素吸蔵量を変更してもよい（請求項9）。排気浄化触媒の最大酸素吸蔵量は、触媒の温度が高いほど多くなる。また、最大酸素吸蔵量は触媒が劣化するほど少なくなる。従って、触媒の劣化状態及び温度に応じて最大酸素吸蔵量を変更することで、より精度のよい酸素吸蔵量を取得することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明によれば、内燃機関の減速や停止までに確実に十分な酸素を排気浄化触媒へ吸蔵させることのできるため、確実に触媒排気臭の発生を防止することができる。また、第一の排気浄化触媒と第二の排気浄化触媒とをそれぞれリーン状態にしていくので、内燃機関の運転状態や排気エミッションの悪化を抑制することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0016】

図1に本発明の空燃比制御装置が適用される内燃機関の一実施形態を示す。内燃機関1

は、複数（図1では4つ）の気筒2を有している。周知のように、内燃機関1には吸気通路3及び排気通路4が接続されている。吸気通路3には、吸気濾過用のエアフィルタ5と、吸気量に対応した信号を出力するエアフローセンサ6と、吸気量調整用のスロットルバルブ7とが設けられている。排気通路4には、内燃機関1から排出された排気の空燃比に対応した信号を出力する第一の空燃比取得手段としての空燃比センサ8と、排気の温度に対応した信号を出力する排気温度センサ9と、第一の排気浄化触媒としてのスタート触媒10と、排気中の酸素濃度に対応した信号を出力する第二の空燃比取得手段としての酸素濃度センサ11と、第二の排気浄化触媒としての三元触媒12とが設けられている。スタート触媒10は、内燃機関1の冷間始動時に三元触媒12が活性化するまでの有害物質の排出量を低減させることを目的として設けられたものである。スタート触媒10としては、例えば三元触媒等が使用される。これらの触媒10、12は、酸素を吸蔵することができる。排気中に一酸化炭素（CO）炭化水素（HC）がある場合は、吸蔵している酸素を用いてCOやHCを酸化して浄化する。一方、排気中にNO<sub>x</sub>などの酸化成分が含まれている場合はこの酸化成分を還元することで浄化する。なお、この還元時に発生した酸素は、触媒10、12へ吸蔵される。

#### 【0017】

内燃機関1の運転状態はエンジンコントロールユニット（ECU）13により制御される。ECU13は、マイクロプロセッサ及びその動作に必要なROM、RAM等の周辺装置を組み合わせたコンピュータとして構成されている。ECU13は、例えば空燃比センサ8や酸素濃度センサ11等の出力を参照して各気筒2に設けられた燃料噴射弁14の動作を制御し、排気空燃比が目標空燃比になるように各気筒2に適正な燃料量を供給する。このように燃料噴射弁14の動作を制御することで、ECU13は空燃比制御手段として機能する。また、酸素濃度センサ11の出力を参照して内燃機関1の空燃比が目標空燃比になるように燃料量をフィードバック補正しているのでECU13は補正手段としても機能している。その他ECU13には、スロットルバルブ7がアイドルリング位置にあるときにオンの信号を出力するアイドルスイッチ（アイドルSW）15や、排気温度センサ9等が接続されている。

#### 【0018】

ECU13は、この他に空燃比センサ8や酸素濃度センサ11の出力を参照して、燃料噴射弁14の動作の制御に利用するパラメータ（例えば開弁時間）を変更するフィードバック学習を行っている。なお、このフィードバック学習の具体的な手順については周知の学習制御と同様でよく、ここでは詳細を省略する。このようにフィードバック学習することで、ECU13は学習制御手段として機能する。

#### 【0019】

ECU13は、内燃機関1が減速、停止するまでにスタート触媒10及び三元触媒12に十分酸素を吸蔵させてリーン状態にさせる。図2は、ECU13がスタート触媒10及び三元触媒12に酸素を吸蔵させるために実行する空燃比制御ルーチンを示すフローチャートである。図2の制御ルーチンは、内燃機関1の燃料増量運転後に所定の周期で繰り返し実行される。なお、この制御ルーチンの実行中、ECU13は空燃比センサ8や酸素濃度センサ11の出力によるフィードバック学習を禁止する。また、酸素濃度センサ11の出力を参照して燃料噴射量を補正するフィードバック補正も禁止する。

#### 【0020】

図2の空燃比制御ルーチンにおいて、ECU13はまずステップS11で三元触媒12に吸蔵されている酸素量（osa）が、三元触媒12の最大酸素吸蔵量（Cmax）未満であるか否かを判断する。なお、三元触媒12の酸素吸蔵量（osa）は、後述する図5及び図6の制御ルーチンを実行することによって取得することができる。Cmax未満であると判断した場合はステップS12へ進み、ECU13はスタート触媒10又は三元触媒12の温度が、触媒の劣化を促進させる所定温度（例えば800℃）よりも高温であるか否かを判断する。スタート触媒10及び三元触媒12の温度は、例えば排気温度センサ9の出力を参照することで推定することができる。スタート触媒10又は三元触媒12の温



度が高温ではないと判断した場合、ステップS13へ進み、ECU13はアイドルSW15がオフであるか否かを判断する。アイドルSW15がオフではないと判断した場合はステップS14へ進み、ECU13は目標空燃比に15.5を設定する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0021】

一方、アイドルSW15がオフであると判断した場合はステップS15へ進み、ECU13は三元触媒12の酸素吸蔵量(osa)が、リーン制御を実行してもよいと判定する所定の判定吸蔵量( $\alpha$ )以下であるか否かを判断する。所定の判定吸蔵量( $\alpha$ )としては、例えば内燃機関1のアイドル運転時におけるリーン制御で三元触媒12をリーン状態にさせることができる酸素吸蔵量が適用される。判定吸蔵量以下であると判断した場合はステップS16へ進み、ECU13は内燃機関1が加速中であるか否かを判断する。加速中であるか否かは、例えばスロットルバルブ7の開度を参照して推定することができる。内燃機関1が加速中ではないと判断した場合はステップS17へ進み、ECU13は酸素濃度センサ11の出力が、排気中の酸素濃度が不足していることを示すリッチ側であるか否かを判断する。リッチ側であると判断した場合はステップS18へ進み、ECU13は目標空燃比に15.0を設定する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0022】

なお、ステップS11で三元触媒12の酸素吸蔵量がCmax未満ではないと判断した場合、ステップS12で触媒温度が高温であると判断した場合、ステップS15で判定吸蔵量以下ではないと判断した場合、ステップS16で加速中であると判断した場合、及びステップS17でリッチではないと判断した場合は、ステップS19へ進み、ECU13は目標空燃比に14.6を設定する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0023】

図3に、図2の制御ルーチンを実行して内燃機関1の空燃比をリーンに制御した場合の三元触媒12の酸素吸蔵量及び酸素濃度センサ11の出力の時間変化の一例を示す。なお、図3において内燃機関1は車両に搭載されており、内燃機関1の運転状態は車速で示している。また、図3において触媒10、12の温度は触媒の劣化を促進させる所定の温度以下であるとする(図2のステップS12は否定判定される。)

#### 【0024】

図3の時間t1において、車両の運転状態が停止から加速へ変更されることによって内燃機関1へ供給される燃料が増量される(図3のA)。この燃料増量運転によって内燃機関1の排気の空燃比がリッチになり、まずスタート触媒10に吸蔵されている酸素が放出される。そのため、酸素濃度センサ11の出力は、燃料増量運転が開始されてからスタート触媒10に吸蔵されている酸素が無くなるまでリーン側を示す。酸素濃度センサ11の出力がリーンからリッチ側に変化(図3の時間t2)を示した場合、言い換えればスタート触媒10の吸蔵酸素量が殆ど無くなった場合、三元触媒12へ空燃比のリッチな排気が流入するので、三元触媒12に吸蔵されていた酸素が放出される。これにより、三元触媒12の吸蔵酸素量はゼロになる。

#### 【0025】

燃料増量運転後、内燃機関1が部分負荷域で略定常運転になる(図3の時間t3)と、図2のステップS18によって空燃比が15.0に設定されてリーン制御(パーシャルリーン制御)が開始される(図3のB)。このパーシャルリーン制御により、スタート触媒10へ酸素を吸蔵させることができる。パーシャルリーン制御は、酸素濃度センサ11がリッチ側を出力していないと判断(ステップS17が否定判断)される(図3の時間t4)まで実行される。酸素濃度センサ11がリーン側を出力した場合、内燃機関1から排出された空燃比がリーンな排気がそのままスタート触媒10を通過しているので、スタート触媒10にはスタート触媒10の最大酸素吸蔵量(SCmax)まで酸素が吸蔵されている。なお、パーシャルリーン制御は、酸素濃度センサ11がリーン側を出力した時点で終了するので、三元触媒12にはまだ酸素が吸蔵されていない。このようにスタート触媒10には酸素を最大酸素吸蔵量(SCmax)まで吸蔵させてリーン状態にし、三元触媒1

2には酸素を吸蔵させないように空燃比をリーン制御することで、ECU13は中間リーン制御手段として機能する。

#### 【0026】

図3の時間t5においてスロットルバルブ7がアイドル位置になってアイドルSW15の出力がオンになると、図2のステップS13が否定判定されて目標空燃比に15.5が設定され、リーン制御（アイドルリーン制御）が開始される（図3のC）。この時点においてスタート触媒10にはほぼ最大酸素吸蔵量（SCmax）まで酸素が吸蔵されているので、内燃機関1から排出されたリーンな排気がそのまま三元触媒12へ流入する。そのため、アイドルリーン制御では三元触媒12に酸素が吸蔵される（図3の時間t6～t7）。アイドルリーン制御は、三元触媒12が三元触媒12の最大酸素吸蔵量（Cmax）まで酸素を吸蔵してリーン状態になる（図2のステップS11が否定判定される）まで実行される。このように三元触媒12がリーン状態になるまでリーン制御することにより、ECU13はリーン制御手段として機能する。

#### 【0027】

以上に説明したように、図2の制御ルーチンを実行することにより、内燃機関1が停止するまでに、内燃機関1の目標空燃比をリーンに設定してスタート触媒10及び三元触媒12へそれぞれの触媒の最大酸素吸蔵量まで確実に酸素を吸蔵させることができる。

#### 【0028】

次に、図2のステップS11で使用する三元触媒12の酸素吸蔵量（osa）の取得方法について説明する。まず図4を使用して、酸素濃度センサ11の出力によって三元触媒12の状態を判断する考え方を説明する。

#### 【0029】

図4における初期状態として、スタート触媒10及び三元触媒12には酸素が吸蔵されていないとする。この状態で内燃機関1へ供給する燃料をカット（F/C）する（図4の時間t11）と排気の空燃比がリーンになるので、スタート触媒10はこのリーンな排気に含まれている酸素を吸蔵する。スタート触媒10にスタート触媒10の最大酸素吸蔵量（SCmax）まで酸素が吸蔵されると、リーンな排気がスタート触媒10の下流へ流れる。そのため、酸素濃度センサ11がリーンを示し、三元触媒12が酸素の吸蔵を開始する（図4の時間t12）。

#### 【0030】

次に内燃機関1の空燃比がリッチになるリッチ制御が実行（図4の時間t13）されて排気の空燃比がリッチになると、スタート触媒10は、このリッチな排気がストイキ状態になるように酸素を放出する。スタート触媒10に吸蔵されていた酸素がなくなると、排気がリッチなままスタート触媒10の下流へ流れるので、酸素濃度センサ11がリッチを示し、三元触媒12が酸素の放出を開始する（図4の時間t14）。

#### 【0031】

その後、内燃機関1の空燃比がリーンになるリーン制御が実行（図4の時間t15）されて排気の空燃比がリーンになると、スタート触媒10は、このリーンな排気に含まれている酸素を吸蔵する。スタート触媒10が最大酸素吸蔵量（SCmax）まで酸素を吸蔵するとリーンな排気がスタート触媒10の下流へ流れるので、酸素濃度センサ11がリーンを示し、三元触媒12が酸素の吸蔵を開始する（図4の時間t16）。

#### 【0032】

以上に説明したように、内燃機関1の空燃比がリーンで且つ酸素濃度センサ11の出力がリーンの場合、三元触媒12に酸素が吸蔵される。一方、内燃機関1の空燃比がリッチで且つ酸素濃度センサ11の出力がリッチの場合、三元触媒12から酸素が放出される。

#### 【0033】

このように、内燃機関1の空燃比と酸素濃度センサ11の出力によって三元触媒12の状態を把握することができる。そこで、図5及び図6に示した酸素吸蔵量算出ルーチンをECU13が実行することによって、三元触媒12の酸素吸蔵量（osa）を推定することができる。図5及び図6は、内燃機関1の運転中に所定の周期で繰り返し実行される。

図5及び図6の酸素吸蔵量算出ルーチンを実行することによりECU13は、酸素量取得手段として機能する。

#### 【0034】

図5の酸素吸蔵量算出ルーチンにおいて、ECU13はまずステップS21で三元触媒12に吸入される吸入酸素量(dosa)にゼロを代入して値を初期化する。次にECU13はステップS22で、内燃機関1がF/C中であるか否かを判断する。内燃機関1がF/C中であると判断した場合はステップS23へ進み、ECU13は酸素濃度センサ11がリーン側を示しているか否かを判断する。リーン側を示していないと判断した場合はステップS24へ進み、ECU13は吸入酸素量(dosa)へ内燃機関1の吸入空気量(Ga)に係数 $\tau$ を掛け、更に-1を掛けた値を代入する。係数 $\tau$ は、例えば内燃機関1のストイキ運転時に酸素濃度センサ11がリッチ又はリーンを示した場合に三元触媒12へ流入する酸素量を算出するための係数で微小な値が設定される。

#### 【0035】

一方、リーン側を示していると判断した場合はステップS25へ進み、ECU13は吸入酸素量(dosa)へ、吸入空気量(Ga)に23%を掛けた値を代入する。なお、23%は空気中における酸素の重量比である。次のステップS26においてECU13は、三元触媒12の酸素吸蔵量(osa)へ、前回図5の算出ルーチンを実行したときに算出した三元触媒12の酸素吸蔵量(osa(i-1))に今回算出した吸入酸素量(dosa)を加えた値を代入する。なお、ステップS24の処理終了後もステップS26へ進む。続くステップS27においてECU13は、三元触媒12の最大酸素吸蔵量(Cmax)を算出する。Cmaxは、触媒12の劣化状態及び触媒12の温度によって変化する。例えば触媒12が劣化することによるCmaxが低下する。また、温度が高いほどCmaxが増加する。そこで、図7(a)のマップを参照して求めたCmaxに、図7(b)のマップを参照して求めた補正係数を掛け合わせて算出する。なお、触媒12の温度は、排気温度センサ9の出力を参照することにより推定できる。

#### 【0036】

図7(a)は、スタート触媒10の最大酸素吸蔵量(SCmax)と三元触媒12の最大酸素吸蔵量(Cmax)との関係の一例を示したものである。三元触媒12とスタート触媒10とはほぼ同様に劣化していくと考えられるので、スタート触媒10の劣化状態を参照することにより三元触媒12の劣化状態を推定することができる。図7(a)から明らかなようにSCmaxとCmaxの間には比例関係があるので、スタート触媒10の劣化によるSCmaxの変化から、Cmaxを推定することができる。なお、スタート触媒10の劣化によって変化したSCmaxは、空燃比センサ8及び酸素濃度センサ11を参照して例えば以下に示した方法により取得することができる。

#### 【0037】

図4の説明で記述したように内燃機関1がリッチ制御中で且つ酸素濃度センサ11の出力がリッチになった場合、スタート触媒10の酸素吸蔵量がゼロであると判断できる。一方、内燃機関1がリーン制御中又はF/C中で且つ酸素濃度センサ11の出力がリーンになった場合は、スタート触媒10にSCmaxまで酸素が吸蔵されたと判断できる。そこで、内燃機関1が部分負荷域で略定常に運転されている場合に、内燃機関1にリッチ制御を行い、スタート触媒10から酸素を放出させて酸素吸蔵量をゼロにする。次に、内燃機関1にリーン制御を行い、スタート触媒10にSCmaxまで酸素を吸蔵させる。スタート触媒10の酸素吸蔵量がゼロ又はSCmaxになったか否かは上述したように酸素濃度センサ11の出力で判定できる。SCmaxは、この内燃機関1にリーン制御を行ってから酸素濃度センサ11の出力がリーンになるまでの間に内燃機関1へ吸入された空気量と、リーン制御中に空燃比センサ8が検出した空燃比とストイキの空燃比との差と、を掛け合わせ、この掛け合わせた値を積算していくことにより取得することができる。

#### 【0038】

図5の制御ルーチンの説明に戻る。ステップS27においてCmaxが算出された後はステップS28へ進み、ECU13は三元触媒12の酸素吸蔵量(osa)が0以上で且

つCmax以下の範囲にあるか否かの上下限処理を行う。この処理により、酸素吸蔵量の異常値の算出を防止する。その後、今回のルーチンを終了する。

#### 【0039】

ステップS22でF/C中ではないと判断した場合、ステップS29へ進みECU13は内燃機関1がリーン制御中であるか否かを判断する。リーン制御中であると判断した場合はステップS30へ進み、ECU13は酸素濃度センサ11がリーン側の出力をしているか否かを判断する。酸素濃度センサ11の出力がリーン側ではないと判断した場合は、ステップS24へ進み、以降ステップS26～S28の処理を実行し、その後今回のルーチンを終了する。一方、酸素濃度センサ11の出力がリーン側であると判断した場合はステップS31へ進み、ECU13は吸入酸素量(dosa)へ、 $G_a \times 23\% \times (AF - 14.6) / AF$ の式で算出される値を代入する。なお、14.6はストイキの空燃比を、AFは空燃比センサ8が検出した空燃比をそれぞれ示す。次にステップS26～S28の処理を実行し、その後今回のルーチンを終了する。

#### 【0040】

ステップS29で内燃機関1がリーン制御中ではないと判断した場合は図6のステップS32へ進み、ECU13は内燃機関1が燃料増量運転中であるか否かを判断する。燃料増量運転中であると判断した場合はステップS33へ進み、ECU13は酸素濃度センサ11がリッチ側の出力をしているか否かを判断する。酸素濃度センサ11の出力がリッチ側であると判断した場合はステップS34へ進み、ECU13は吸入酸素量(dosa)へ、 $G_a \times 23\% \times (AF - 14.6) / AF$ の式で算出される値を代入する。なお、この場合、内燃機関1が燃料増量運転中であるためAFは、リッチ側の値即ち14.6よりも小さい値になる。そのため、ステップS34で算出されるdosaは負の値となり、この負の値が酸素吸蔵量(osa)に加算されることにより、触媒12からの酸素の放出が表現される。次に図5のステップS26～S28の処理を実行し、その後今回のルーチンを終了する。一方、酸素濃度センサ11の出力がリッチ側ではないと判断した場合はステップS36へ進み、ECU13は吸入酸素量(dosa)へ、 $G_a \times \tau$ を代入する。次に図5のステップS26～S28の処理を実行し、その後今回のルーチンを終了する。

#### 【0041】

ステップS32で内燃機関1が燃料増量運転中ではないと判断した場合はステップS35へ進み、ECU13は酸素濃度センサ11の出力がリーン側であるか否かを判断する。酸素濃度センサ11の出力がリーン側であると判断した場合はステップS36へ進み、以降図5のステップS26～S28の処理を実行した後、今回のルーチンを終了する。一方、出力がリーン側ではないと判断した場合は図5のステップS24へ進み、以降図5のステップS26～S28の処理を実行した後、今回のルーチンを終了する。

#### 【0042】

このように、図5及び図6の制御ルーチンを実行することにより、排気中の酸素過不足量を積算して三元触媒12の酸素吸蔵量(osa)を算出することができる。なお、ステップS23で否定判断した場合及びステップS30で否定判断した場合には、ステップS24をスキップしてステップS26へ処理を進めてもよい。また、ステップS32で否定判断した場合もステップS35をスキップしてステップS26へ処理を進めてもよい。このように処理をスキップすることで、算出ルーチンを簡略化することができる。

#### 【0043】

図8に、本発明の空燃比制御装置が実行する空燃比制御ルーチンの他の例を示す。図8の制御ルーチンでは、三元触媒12に最大酸素吸蔵量まで酸素が吸蔵された後、内燃機関1の空燃比をリッチにするリッチ制御を行うことが図2の制御ルーチンと異なる。図8の制御ルーチンは、内燃機関1の燃料増量運転後に所定の周期で繰り返し実行される。なお、図8において図2と同一の処理には同一の参照符号を付し、説明を省略する。また、図8の制御ルーチンの実行中も、フィードバック学習と酸素濃度センサ11によるフィードバック補正とを禁止する。

#### 【0044】

図 8 の空燃比制御ルーチンにおいて、ECU 13 はまずステップ S 11 で  $o s a$  が  $C m a x$  未満であるか否かを判断する。 $C m a x$  未満であると判断した場合はステップ S 12 へ進み、触媒 10、12 の温度が高温であるか否かを判断する。触媒 10、12 の温度が高温ではないと判断した場合はステップ S 13 へ進み、ECU 13 はアイドル SW 15 がオフであるか否かを判断する。アイドル SW 15 がオフであると判断した場合は、ステップ S 15 ~ S 17 の判断処理を行い、ステップ S 15 で肯定判断、ステップ S 16 で否定判断、ステップ S 17 で肯定判断がされた場合、ECU 13 はステップ S 18 で目標空燃比に 15.0 を設定し、その後今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0045】

一方、ステップ S 13 でアイドル SW 15 がオフではないと判断した場合はステップ S 14 へ進み、ECU 13 は目標空燃比に 15.5 を設定する。次のステップ S 81 において ECU 13 は、リッチ制御の実行を要求することを示すリッチ制御要求フラグをオンの状態にする。続くステップ S 82 において ECU 13 は、内燃機関 1 の吸入空気量 ( $G a$ ) を積算する積算  $G a$  カウンタ ( $G a s u m$ ) にゼロを代入して、 $G a s u m$  を初期化する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。なお、 $G a s u m$  には、空燃比制御ルーチン及び酸素吸蔵量算出ルーチンとは異なる算出ルーチンによって  $G a$  が積算されている。

#### 【0046】

ステップ S 12 で触媒が高温であると判断した場合、又はステップ S 15 で否定判断、ステップ S 16 で肯定判断、ステップ S 17 で否定判断がされた場合はステップ S 19 へ進み、ECU 13 は目標空燃比に 14.6 を設定する。次のステップ S 83 において ECU 13 はリッチ制御要求フラグをオフにする。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0047】

ステップ S 11 で三元触媒 12 の酸素吸蔵量が  $C m a x$  未満ではない、すなわち触媒 12 に  $C m a x$  まで酸素が吸蔵されたと判断した場合はステップ S 84 へ進み、ECU 13 はリッチ制御要求フラグがオンであるか否かを判断する。リッチ制御要求フラグがオンではないと判断した場合は、ステップ S 19 及び S 83 の処理を行った後、今回の制御ルーチンを終了する。一方、ステップ S 84 でリッチ制御要求フラグがオンであると判断した場合はステップ S 85 へ進み、ECU 13 は  $G a s u m$  がリッチ制御の終了を判定する所定の積算  $G a$  量である  $\beta$  以下であるか否かを判断する。なお、 $\beta$  には、リッチ制御の実行によってスタート触媒 10 の酸素吸蔵量が  $S C m a x$  の半分程度になるまでの積算  $G a$  量が設定される。 $G a s u m$  が  $\beta$  以下では無い、すなわちスタート触媒 10 の酸素吸蔵量が  $S C m a x$  の半分以上であると判断した場合はステップ S 86 へ進み、ECU 13 は目標空燃比に 13.5 を設定する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。一方、 $G a s u m$  が  $\beta$  以下であると判断した場合はステップ S 19 へ進み、ECU 13 は目標空燃比に 14.6 を設定し、次のステップ S 83 でリッチ制御要求フラグをオフにした後、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0048】

このように、三元触媒 12 へ  $C m a x$  まで酸素を吸蔵させた後、リッチ制御を行うことでスタート触媒 10 の酸素吸蔵量を減少させることができる。従って、次の内燃機関 1 の加速時に排出される  $N O x$  などの酸化成分を還元させることができる。図 8 の制御ルーチンにおいてステップ S 85、S 86 の処理を実行することにより、ECU 13 はリッチ制御手段として機能する。

#### 【0049】

本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、種々の形態にて実施してよい。例えば、スタート触媒上流の空燃比センサの代わりに酸素濃度センサを設けてもよい。また、スタート触媒下流の酸素濃度センサの代わりに空燃比センサを設けてもよい。

#### 【0050】

内燃機関 1 の吸気通路に燃料タンクから発生した蒸発燃料を供給するパージするパージ装置が接続されている場合は、空燃比制御の実行中このパージ装置の動作を禁止して吸気通路に蒸発燃料が供給されないようにしてもよい。このようにパージ装置の動作を禁止す

ることで、空燃比制御の外乱を少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の空燃比制御装置が適用される内燃機関の一実施形態を示す図。

【図2】図1のECUが実行する空燃比制御ルーチンを示すフローチャート。

【図3】図2の制御ルーチンが実行された場合の三元触媒の酸素吸蔵量と酸素濃度センサの出力との時間変化の一例を示す図。

【図4】内燃機関の空燃比が変更された場合におけるスタート触媒及び三元触媒の酸素吸蔵量の時間変化の一例を示す図。

【図5】図1のECUが三元触媒の酸素吸蔵量を算出するために実行する算出ルーチンを示すフローチャート。

【図6】図6に続くフローチャート。

【図7】図5の算出ルーチンで使用するマップを示す図。

【図8】図1のECUが実行する他の空燃比制御ルーチンの例を示すフローチャート。

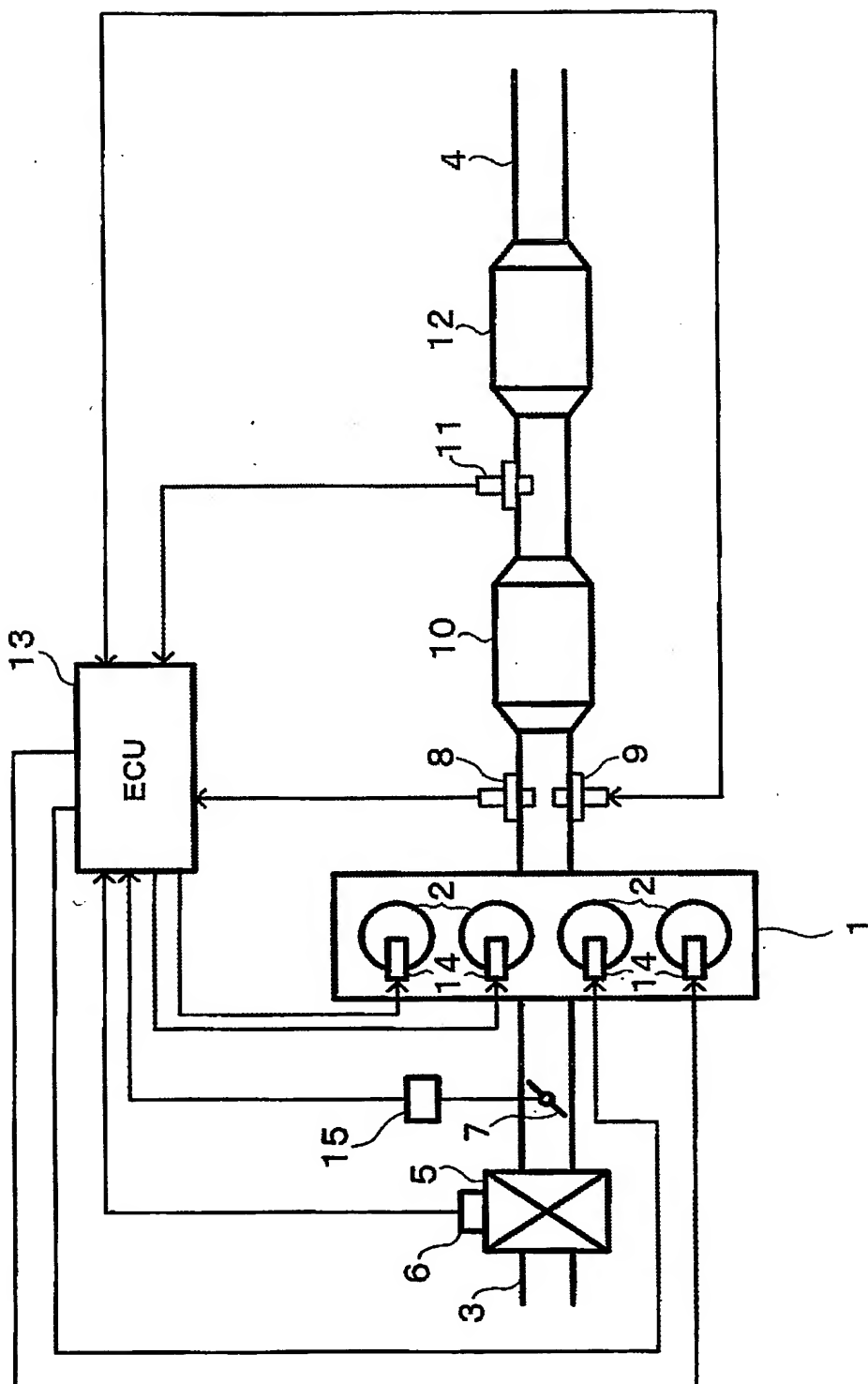
【符号の説明】

【0052】

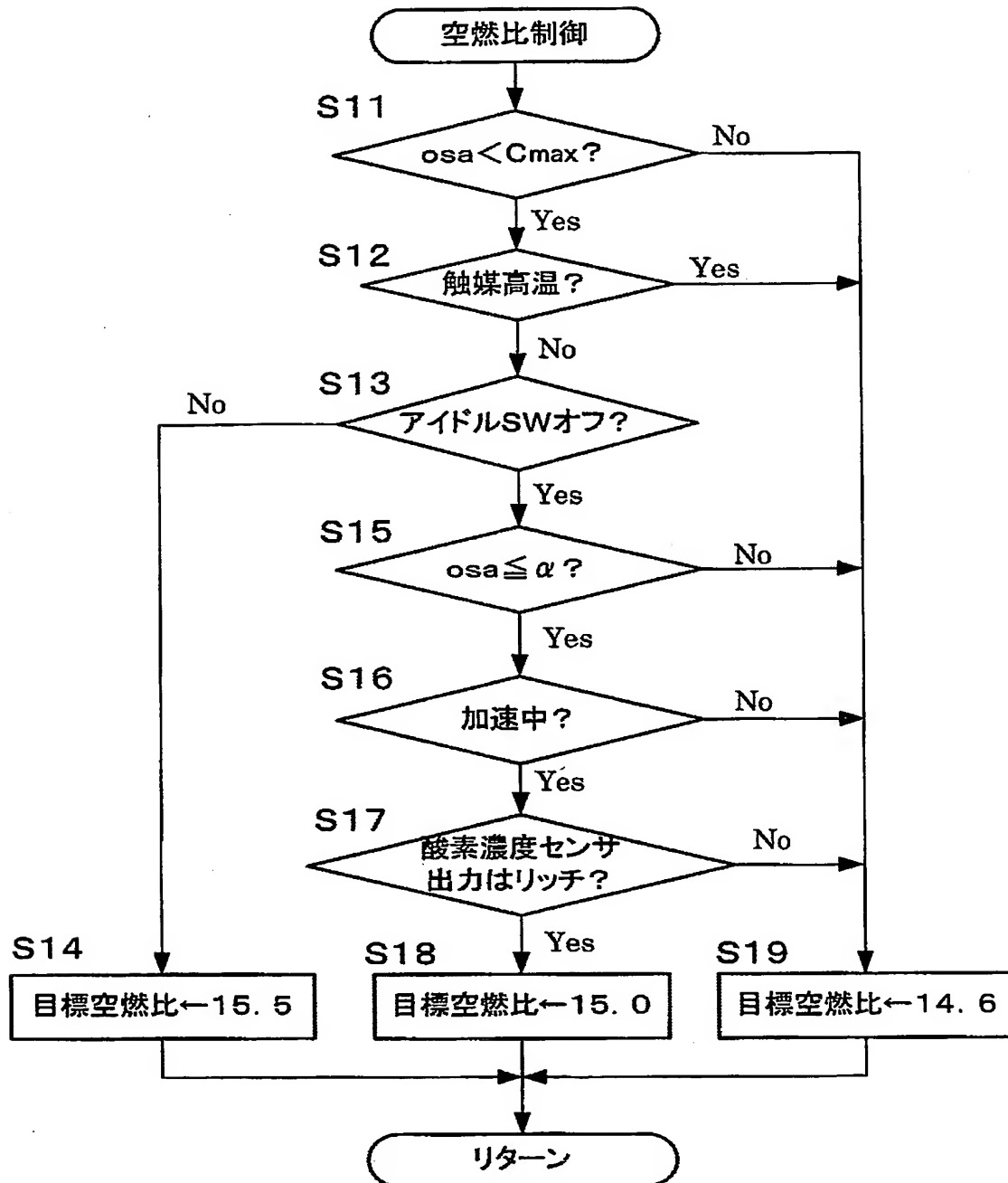
- 1 内燃機関
- 4 排気通路
- 8 空燃比センサ（第一の空燃比取得手段）
- 10 スタート触媒（第一の排気浄化触媒）
- 11 酸素濃度センサ（第二の空燃比取得手段）
- 12 三元触媒（第二の排気浄化触媒）
- 13 エンジンコントロールユニット（空燃比制御手段、リーン制御手段、中間リーン制御手段、リッチ制御手段、学習制御手段、補正手段、酸素量取得手段）

【書類名】 図面

【図 1】

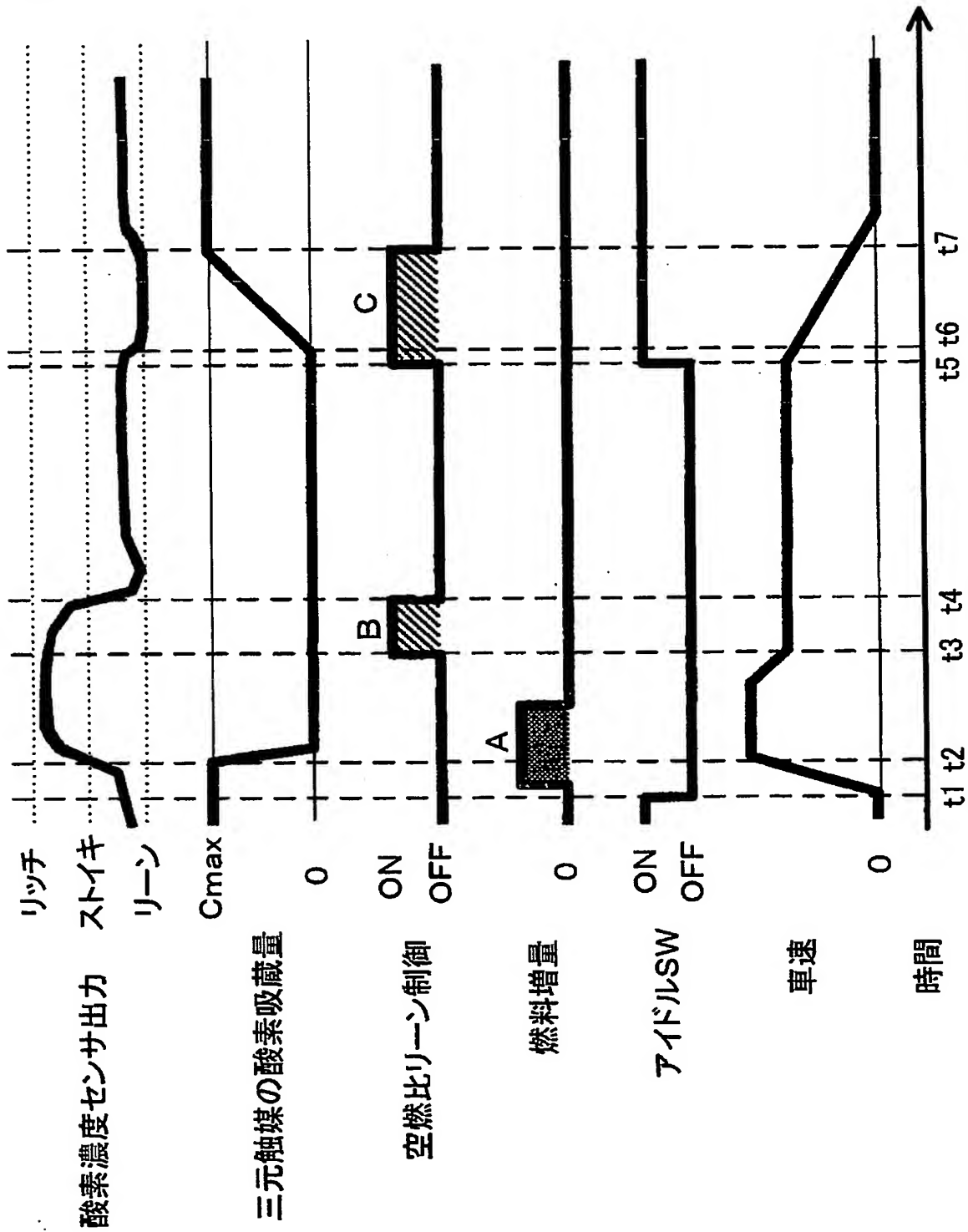


【図 2】



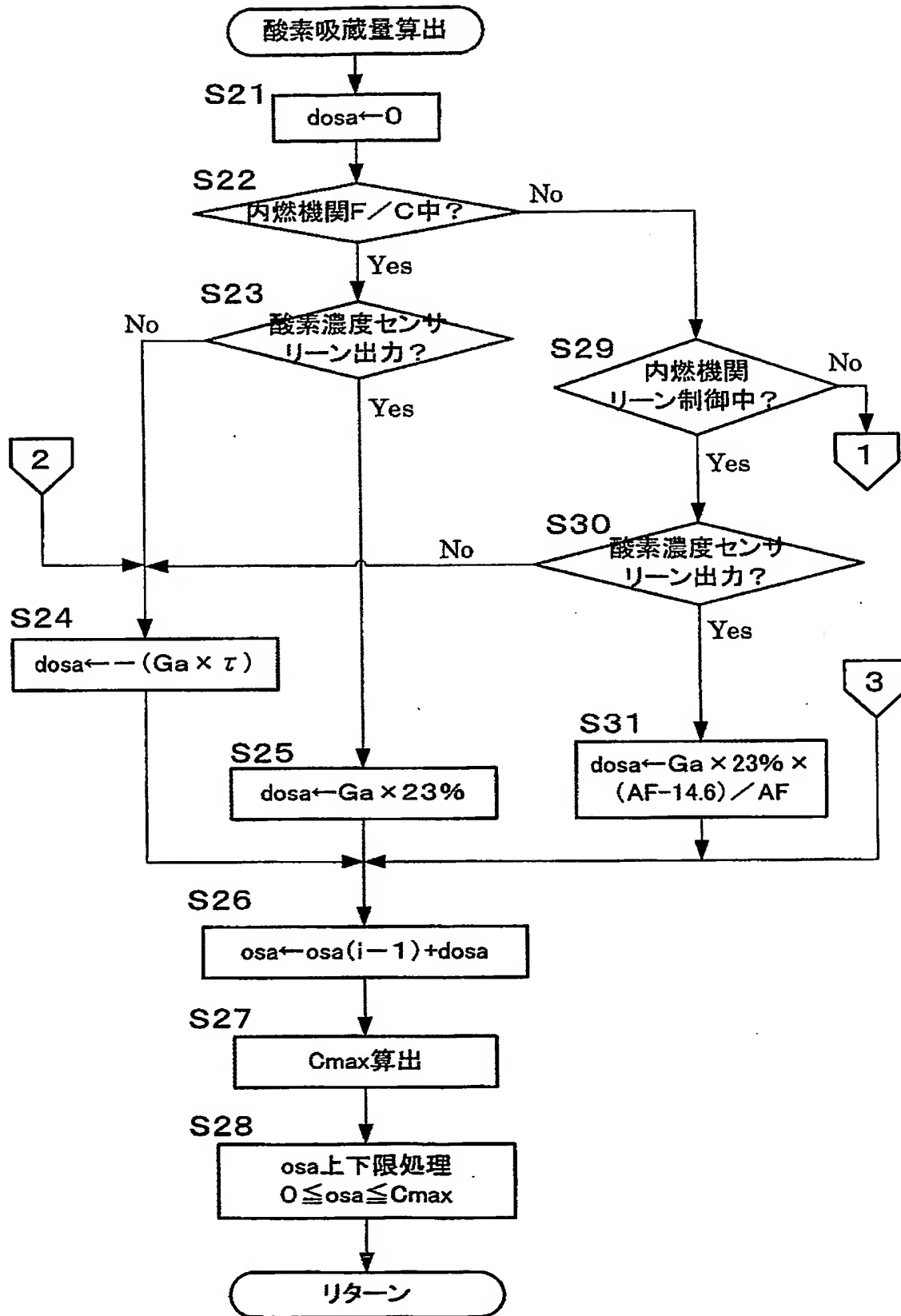


【図3】

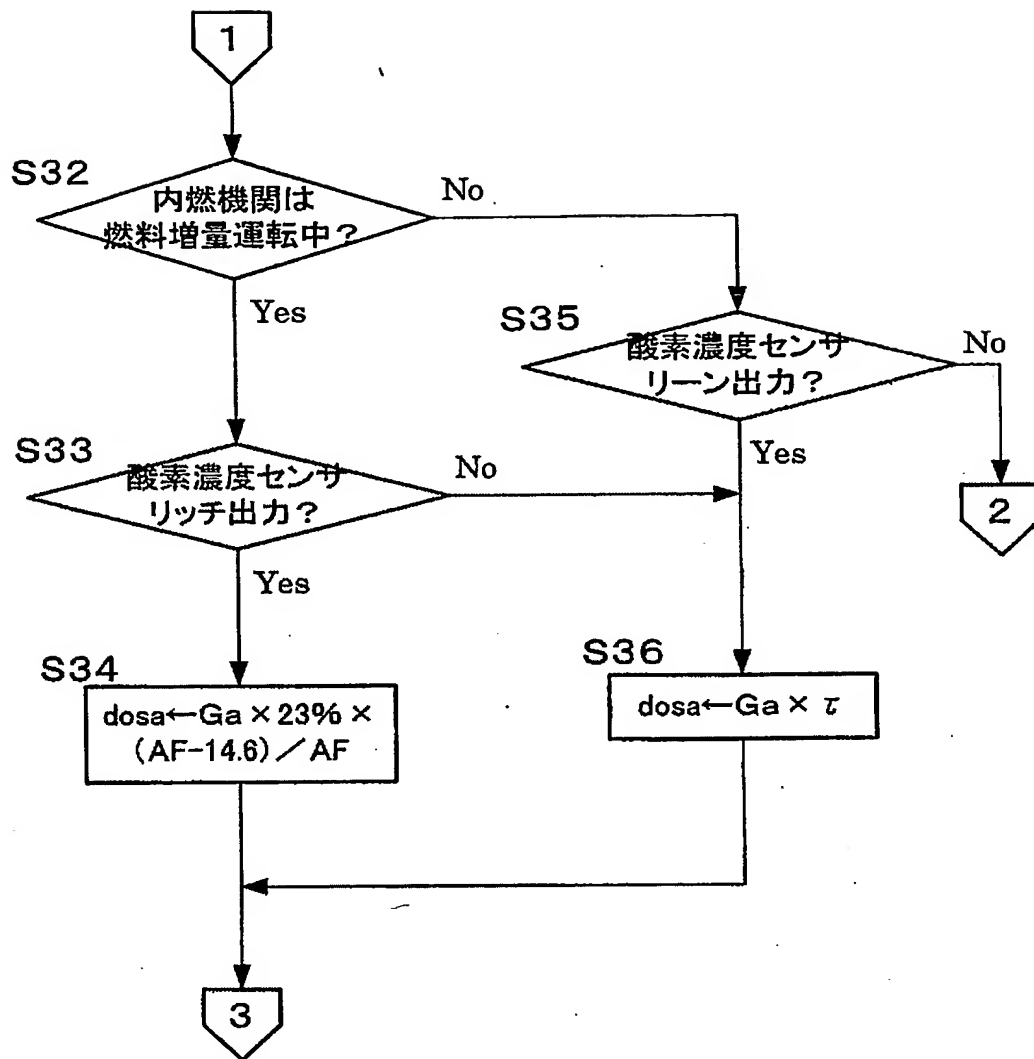




【図5】

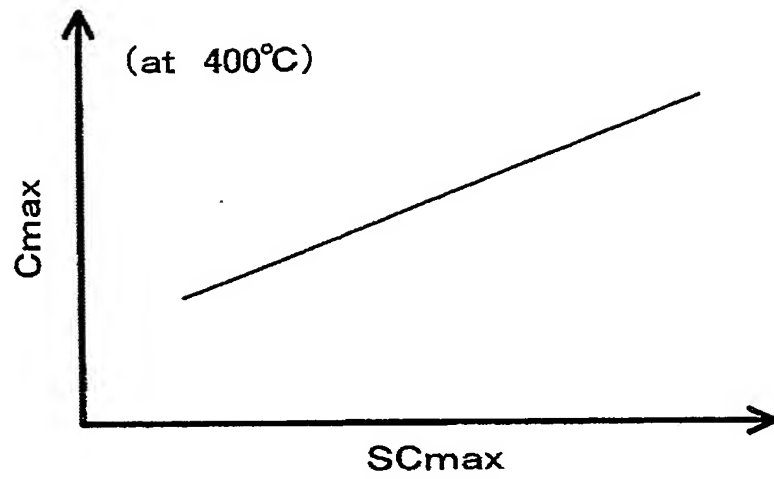


【図 6】

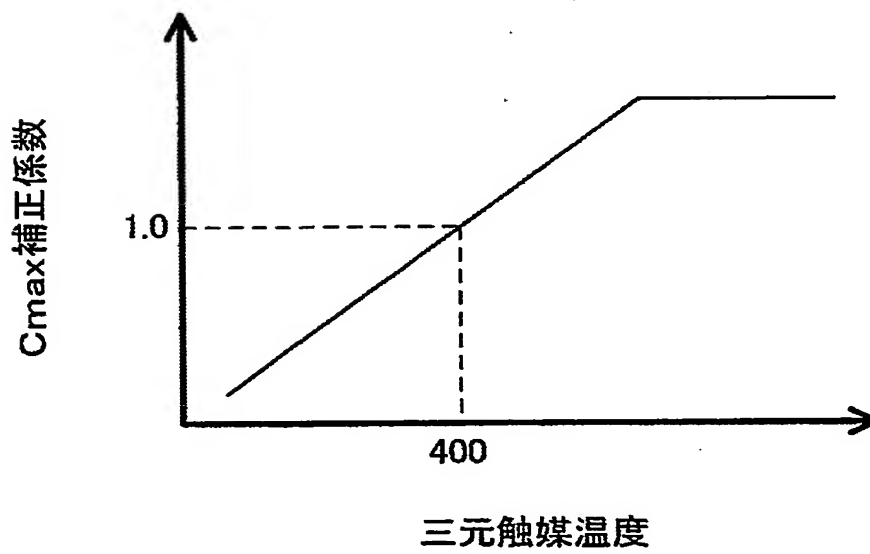


【図 7】

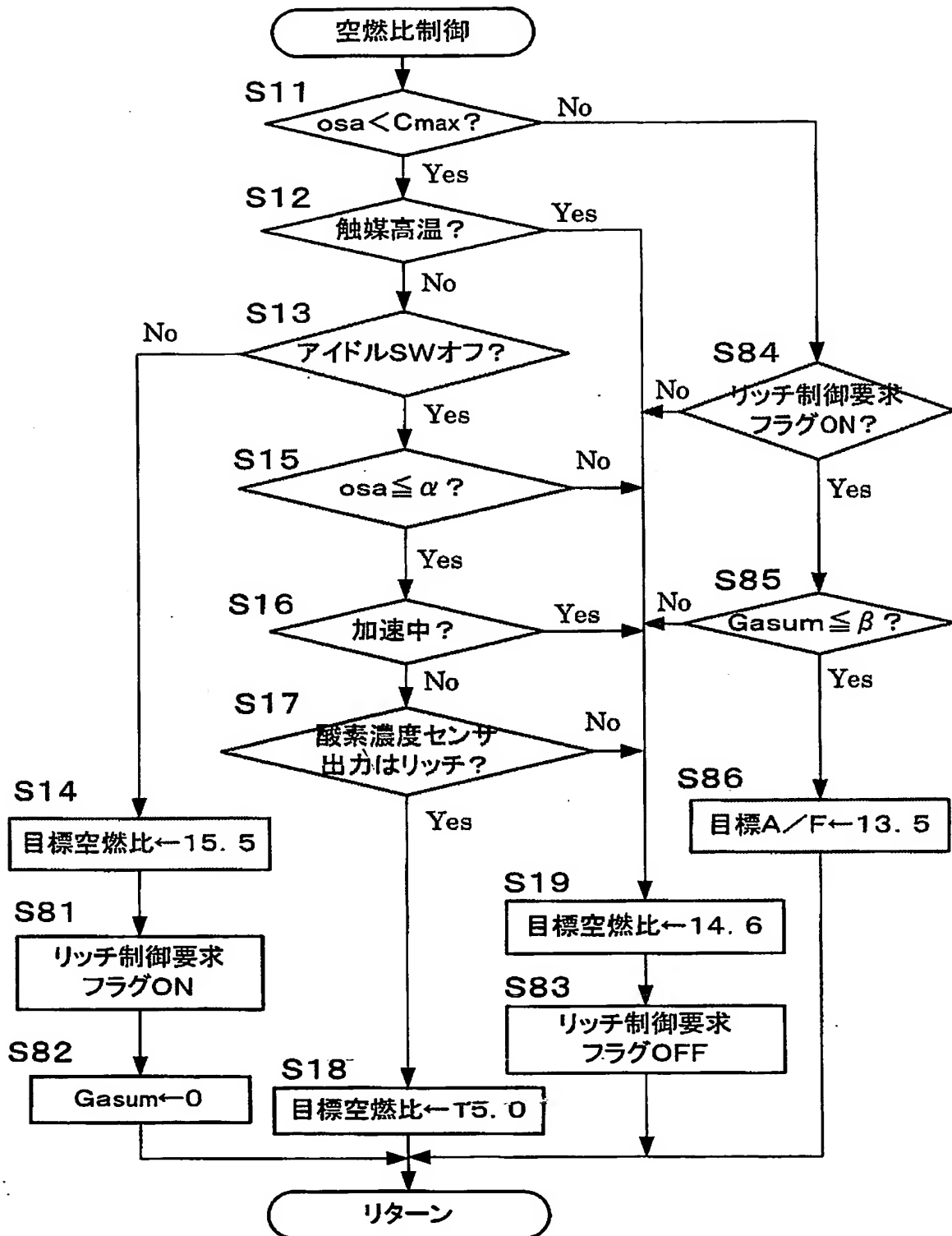
(a)



(b)



【図 8】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 内燃機関の運転状態や排気エミッションを悪化させることなく、内燃機関の減速、停止までに触媒排気臭の発生を防止するのに必要な酸素を確実に排気浄化触媒へ吸蔵させることができる内燃機関の空燃比制御装置を提供する。

【解決手段】 排気通路 4 に配置される第一の排気浄化触媒 10 と、その下流に配置される第二の排気浄化触媒 12 と、第一の排気浄化触媒上流の排気空燃比を取得する第一の空燃比取得手段 8 と、第二の排気浄化触媒へ流入する排気空燃比を取得する第二の空燃比取得手段 11 と、前記第一の空燃比取得手段と前記第二の空燃比取得手段とが取得した空燃比とに応じて内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御手段 13 と、を備え、空燃比制御手段は、内燃機関の燃料増量運転の終了後に第二の排気浄化触媒がリーン状態となるまで内燃機関の空燃比を制御するリーン制御手段 13 と、燃料増量運転と前記リーン制御手段による空燃比制御との間にて第一の排気浄化触媒がリーン状態となり、かつ第二の排気浄化触媒がリーン状態となるには不十分な範囲で内燃機関の空燃比をリーン側に変化させる制御を少なくとも一回実行する中間リーン制御手段 13 と、を空燃比制御手段に設ける。

【選択図】 図 2

特願 2003-403078

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏名

トヨタ自動車株式会社



# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018081

International filing date: 29 November 2004 (29.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-403078  
Filing date: 02 December 2003 (02.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse